हाइड्रोजन परमाणु के क्वांटम यांत्रिकी उपचार की व्याख्या कीजिए और चार क्वांटम संख्याओं के उद्‌भव का वर्णन कीजिए । उदाहरण सहित समझाइए कि ये क्वांटम संख्याएँ इलेक्ट्रॉन की पूर्ण अवस्था को कैसे परिभाषित करती हैं । साथ ही, हाइड्रोजन परमाणु स्पेक्ट्रा पर चर्चा कीजिए और उपयुक्त निरूपण के साथ विभिन्न स्पेक्ट्रल शृंखलाओं की व्याख्या कीजिए ।

3. State and explain the Pauli Exclusion Principle. Discuss its significance in determining the electronic configuration of atoms. Further, describe the spectra of two-electron atoms, highlighting the role of electron spin, singlet and triplet states, and the effect of electron-electron interaction on spectral lines. **14**

पाउली अपवर्जन सिद्धांत को बताइए और उसकी व्याख्या कीजिए । परमाणुओं के इलेक्ट्रॉनिक विन्यास को निर्धारित करने में इसके महत्व पर चर्चा

55722

M.Sc. (NEP-2020) EXAMINATION, 2026

(Fourth Semester)

PHYSICS

Atomic and Molecular Physics

Time : 3 Hours] [*Maximum Marks : 70*

Before answering the question-paper, candidates must ensure that they have been supplied with correct and complete question-paper. No complaint, in this regard will be entertained after the examination.

Note : Attempt *Five* questions in all, selecting *one* question from each Unit. Q. No. **1** is compulsory. All questions carry equal marks. Use of Scientific (Non-programmable) calculator is allowed.

प्रत्येक इकाई में से **एक** प्रश्न चुनते हुए, कुल **पाँच** प्रश्नों के उत्तर दीजिए । प्रश्न क्र. **1** अनिवार्य है । सभी प्रश्नों के अंक समान हैं । वैज्ञानिक (गैर-प्रोग्रामेबल) कैलकुलेटर का उपयोग करने की अनुमति है ।

Compulsory Question (अनिवार्य प्रश्न)

1. (i) What is meant by spin-orbit interaction ? Explain its significance in atomic spectra.

स्पिन-ऑर्बिट अंत:क्रिया से क्या तात्पर्य है ? परमाणु स्पेक्ट्रा में इसके महत्व को स्पष्ट कीजिए ।

(ii) Write a short note on line broadening in spectroscopy.

स्पेक्ट्रोस्कोपी में लाइन ब्रॉडनिंग पर एक संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए ।

(iii) Differentiate between asymmetric top and spherical top molecules with suitable examples.

असममित शीर्ष और गोलाकार शीर्ष अणुओं के बीच अंतर उपयुक्त उदाहरणों सहित स्पष्ट कीजिए ।

(iv) Explain the Morse potential curve and discuss its significance in molecular vibrations.

मोर्स विभव वक्र की व्याख्या कीजिए और आणविक कंपनों में इसके महत्व पर चर्चा कीजिए ।

Unit I (इकाई I)

2. Explain the quantum mechanical treatment of the hydrogen atom and describe the emergence of the four quantum numbers. Illustrate how these quantum numbers define the complete state of an electron. Also, discuss the hydrogen atomic spectra and explain the different spectral series with suitable representation. **14**

कीजिए। इसके अतिरिक्त, दो-इलेक्ट्रॉन परमाणुओं के स्पेक्ट्रा का वर्णन कीजिए, जिसमें इलेक्ट्रॉन स्पिन, सिंगलेट और ट्रिपलेट अवस्थाओं की भूमिका और स्पेक्ट्रल रेखाओं पर इलेक्ट्रॉन-इलेक्ट्रॉन अंत:क्रिया के प्रभाव को उजागर कीजिए ।

Unit II (इकाई II)

4. Explain the theory of normal and anomalous Zeeman effects and compare their spectral splitting patterns with appropriate energy level diagrams. **14**

सामान्य और असामान्य जीमैन प्रभावों के सिद्धांत की व्याख्या कीजिए और उनके वर्णक्रमीय विभाजन पैटर्न की तुलना उपयुक्त ऊर्जा स्तर आरेखों से कीजिए ।

5. Explain the hyperfine structure in atomic spectra and discuss the interaction between nuclear spin and electronic angular momentum. **14**

परमाणु स्पेक्ट्रा में अतिसूक्ष्म संरचना की व्याख्या कीजिए और नाभिकीय स्पिन और इलेक्ट्रॉनिक कोणीय संवेग के बीच अंत:क्रिया पर चर्चा कीजिए ।

Unit III (इकाई III)

6. Discuss rotational spectra in detail and explain the significance of rotational quantum number and moment of inertia. **14**

घूर्णी स्पेक्ट्रा पर विस्तार से चर्चा कीजिए और घूर्णी क्वांटम संख्या और जड़त्व आघूर्ण के महत्व की व्याख्या कीजिए ।

7. Discuss the rigid rotator model of a diatomic molecule and derive the expression for its rotational energy levels. **14**

द्विपरमाण्विक अणु के कठोर घूर्णन मॉडल पर चर्चा कीजिए और इसके घूर्णी ऊर्जा स्तरों के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए ।

Unit IV (इकाई IV)

8. Discuss the vibrating rotator model of a diatomic molecule and explain its rotational-vibrational spectra. **14**

द्विपरमाण्विक अणु के कंपन घूर्णन मॉडल पर चर्चा कीजिए और इसके घूर्णी-कंपन स्पेक्ट्रा की व्याख्या कीजिए ।

9. Explain the vibrational spectra of diatomic molecules and discuss the significance of anharmonicity in molecular spectra. **14**

द्विपरमाण्विक अणुओं के कंपन स्पेक्ट्रा की व्याख्या कीजिए और आणविक स्पेक्ट्रा में अनहार्मोनिसिटी के महत्व पर चर्चा कीजिए ।

❖❖❖❖❖❖❖